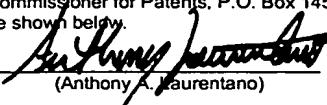


I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as Express Mail, Airbill No. EV 377 651 451 US, in an envelope addressed to: MS Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date shown below.

Dated: March 23, 2004

Signature: 

(Anthony A. Laurentano)

Docket No.: SIW-078
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Atsushi Kamachi *et al.*

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: THERMOELECTRIC CONVERSION
APPARATUS

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENT

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants hereby claim priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

Country	Application No.	Date
Japan	2003-083238	March 25, 2003

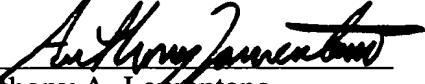
In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Applicant believes no fee is due with this response. However, if a fee is due, please charge our Deposit Account No. 12-0080, under Order No. SIW-078 from which the undersigned is authorized to draw.

Dated: March 23, 2004

Respectfully submitted,

By


Anthony A. Laurentano
Registration No.: 38,220
LAHIVE & COCKFIELD, LLP
28 State Street
Boston, Massachusetts 02109
(617) 227-7400
(617) 742-4214 (Fax)
Attorney/Agent For Applicant

OSP15624
US15624
SIW-078

11

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月25日
Date of Application:

出願番号 特願2003-083238
Application Number:

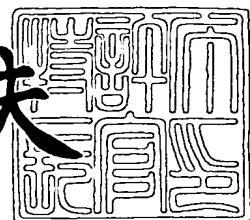
[ST. 10/C] : [J.P 2003-083238]

出願人 本田技研工業株式会社
Applicant(s):

2004年 3月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3015237

【書類名】 特許願
【整理番号】 H103044301
【提出日】 平成15年 3月25日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C01B 3/26
H01M 8/18
【発明の名称】 热電変換装置
【請求項の数】 7
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 蒲地 厚志
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 岡登 一志
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 伊丹 俊輔
【特許出願人】
【識別番号】 000005326
【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社
【代理人】
【識別番号】 100064908
【弁理士】
【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705358

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 热電変換装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有機化合物を脱水素触媒および熱源からの熱の存在下で脱水素吸熱反応させて水素と脱水素物を生成する脱水素反応器と、前記脱水素反応器によって生成された前記水素と前記脱水素物を電気化学反応させることで発電をする燃料電池と、を備え、前記熱源からの熱に加え前記燃料電池が発電した際の自己発熱による熱が前記脱水素反応器に供給されることを特徴とする熱電変換装置。

【請求項 2】 有機化合物を脱水素触媒および熱源からの熱の存在下で脱水素吸熱反応させて水素と脱水素物を生成する脱水素反応器と、前記脱水素反応器によって生成された前記水素と前記脱水素物を電気化学反応させることで発電をする燃料電池と、を備え、前記脱水素反応器と前記燃料電池が積層されて一体化されていることを特徴とする熱電変換装置。

【請求項 3】 前記脱水素反応器は、前記脱水素触媒を有する触媒層と、前記触媒層に有機化合物を供給する供給通路と前記触媒層で生成された水素および脱水素物を排出する排出通路を有する給排層とを積層して構成されており、前記触媒層に接して前記燃料電池の発電層が配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の熱電変換装置。

【請求項 4】 前記脱水素触媒と前記発電層の発電面とが積層したときに対応する位置に設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の熱電変換装置。

【請求項 5】 前記給排層の両側に前記触媒層がそれぞれ積層されていて、この給排層と両側の各触媒層との間でそれぞれ、有機化合物、水素、脱水素物の給排が行われることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の熱電変換装置。

【請求項 6】 前記触媒層および前記発電層はそれぞれ金属製の基板により構成されていることを特徴とする請求項 3 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の熱電変換装置。

【請求項 7】 有機化合物を脱水素触媒および熱源からの熱の存在下で脱水

素吸熱反応させて水素と脱水素物を生成する脱水素反応器と、前記脱水素反応器によって生成された前記水素と前記脱水素物を電気化学反応させることで発電をする燃料電池と、を備え、前記脱水素反応器と前記燃料電池との間で熱媒体を循環させる熱媒体循環流路を備えることを特徴とする熱電変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、例えば100°C程度までの比較的に低温な熱（以下、低品位熱という）を回収して電気エネルギーに変換する熱電変換装置として、熱再生型燃料電池を備えた熱電変換システムが注目されている（特許文献1、特許文献2参照）。

この熱電変換システムでは、熱エネルギーを与えて触媒上である種の有機化合物を脱水素吸熱反応させ、この反応で生成した水素と脱水素された物質（以下、脱水素物という）と水素を電気化学的に反応（水素化反応）させて電気エネルギーを取り出している。この熱電変換システムによれば、熱力学的な制約（カルノー効率）を受けないので、高い熱電変換効率を得ることが期待できる。

【0003】

例えば、脱水素物であるアセトンを水素化反応させてイソプロピルアルコール（以下、IPAと略す）を生成する場合、その反応式は（1）式で示される。



ここで、操作温度を25°Cとした場合における各状態量は、エンタルピ変化量 $\Delta H = -55.5 \text{ kJ/mol}$ 、ギブス自由エネルギー変化量 $\Delta G = 27.5 \text{ kJ/mol}$ であるから、熱電変換効率 η は、 $\eta = \Delta G / \Delta H = 49.5\%$ となる。

【0004】

【特許文献1】

特公平 1-25972 号公報

【特許文献 2】

特開 2002-208430 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、実際の使用にあたっては、脱水素吸熱反応を行わしめるために付与する熱エネルギーとしての廃熱の温度や、脱水素吸熱反応を行わしめる触媒の活性温度などを考慮すると 100°C 付近で操作する必要があるが、操作温度を 100°C とした場合における各状態量は、エンタルピ変化量 $\Delta H = -56.4 \text{ kJ/mol}$ 、ギブス自由エネルギー変化量 $\Delta G = 12.2 \text{ kJ/mol}$ であるから、熱電変換効率 η は、 $\eta = \Delta G / \Delta H = 21.6\%$ となり、100°C のカルノー効率 (29.8%) よりも低くなってしまう。

そこで、この発明は、水素化反応で生じた熱を脱水素吸熱反応の熱源として利用することにより、高い熱電変換効率を得ることができる熱電変換装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項 1 に係る発明は、有機化合物（例えば、後述する実施の形態におけるイソプロピルアルコール）を脱水素触媒および熱源（例えば、後述する実施の形態における主燃料電池 2）からの熱の存在下で脱水素吸熱反応させて水素と脱水素物（例えば、後述する実施の形態におけるアセトン）を生成する脱水素反応器（例えば、後述する実施の形態における脱水素反応器 4）と、前記脱水素反応器によって生成された前記水素と前記脱水素物を電気化学反応させることで発電をする燃料電池（例えば、後述する実施の形態における副燃料電池 5）と、を備え、前記熱源からの熱に加え前記燃料電池が発電した際の自己発熱による熱が前記脱水素反応器に供給されることを特徴とする熱電変換装置（例えば、後述する実施の形態における熱電変換装置 100）である。

自己発熱を利用しない場合の熱電変換効率を η_G 、前記燃料電池で生じた熱を脱水素反応器における脱水素反応に利用する場合の熱利用率を η_H とすると、自

自己発熱を利用した場合の熱電変換効率 η は、次式で表される。

$$\eta = \eta_G \cdot \eta_H / \{1 - \eta_H (1 - \eta_G)\}$$

したがって、上述のように構成することにより、自己発熱を利用しない場合よりも、熱電変換装置の熱電変換効率を大幅に高くすることができる。

【0007】

請求項 2 に係る発明は、有機化合物（例えば、後述する実施の形態におけるイソプロピルアルコール）を脱水素触媒および熱源（例えば、後述する実施の形態における主燃料電池 2）からの熱の存在下で脱水素吸熱反応させて水素と脱水素物（例えば、後述する実施の形態におけるアセトン）を生成する脱水素反応器（例えば、後述する実施の形態における脱水素反応器 4）と、前記脱水素反応器によって生成された前記水素と前記脱水素物を電気化学反応させることで発電をする燃料電池（例えば、後述する実施の形態における副燃料電池 5）と、を備え、前記脱水素反応器（例えば、後述する実施の形態におけるモジュール 30）と前記燃料電池（例えば、後述する実施の形態における発電層 20）が積層されて一体化されていることを特徴とする。

このように構成することにより、燃料電池の自己発熱による熱を直接に脱水素反応器に伝熱させることができ、熱損失を極めて少なくすることができる。そして、熱電変換装置の熱電変換効率を大幅に高くすることができる。

【0008】

請求項 3 に係る発明は、請求項 2 に記載の発明において、前記脱水素反応器は、前記脱水素触媒を有する触媒層（例えば、後述する実施の形態における触媒層 40）と、前記触媒層に有機化合物を供給する供給通路（例えば、後述する実施の形態における IPA 供給通路 54）と前記触媒層で生成された水素および脱水素物を排出する排出通路（例えば、後述する実施の形態における水素・アセトン排出通路 55）を有する給排層（例えば、後述する実施の形態における給排層 50）とを積層して構成されており、前記触媒層に接して前記燃料電池の発電層（例えば、後述する実施の形態における発電層 20）が配置されていることを特徴とする。

このように構成することにより、給排層の供給通路から触媒層の脱水素触媒に

有機物を供給することができ、脱水素触媒上での脱水素吸熱反応により生成された水素と脱水素物を給排層の排出通路に排出することができる。そして、触媒層と給排層を積層するだけで脱水素反応器を構成することができ、また、触媒層に接するように燃料電池の発電層が配置されているので、燃料電池の発電による自己発熱を触媒層に確実に伝えることができ、熱利用率をより大きくすることができて、脱水素反応器による脱水素反応効率を増大することができる。さらに、積層数を増やすことにより小型ながら処理能力の大きい脱水素反応器を構成することができ、脱水素反応器と燃料電池を積層したときに小型化することができる。

【0009】

請求項4に係る発明は、請求項3に記載の発明において、前記脱水素触媒と前記発電層の発電面とが積層したときに対応する位置に設けられていることを特徴とする。

このように構成することにより、燃料電池の発電による自己発熱の熱利用率をさらに大きくすることができる。

【0010】

請求項5に係る発明は、請求項3または請求項4に記載の発明において、前記給排層の両側に前記触媒層がそれぞれ積層されていて、この給排層と両側の各触媒層との間でそれぞれ、有機化合物、水素、脱水素物の給排が行われることを特徴とする。

このように構成することにより、触媒層への熱の伝達を給排層の両面から行うことができ、処理能力の大きい熱電変換装置をより小型・薄型にすることができる。

【0011】

請求項6に係る発明は、請求項3から請求項5のいずれか1項に記載の発明において、前記触媒層および前記発電層はそれぞれ金属製の基板（例えば、後述する実施の形態におけるセパレータ22、23、基板51、52、53）により構成されていることを特徴とする。

このように構成することにより、発電層の自己発熱による熱の伝熱性が向上する。

【0012】

請求項 7 に係る発明は、有機化合物（例えば、後述する実施の形態におけるイソプロピルアルコール）を脱水素触媒および熱源（例えば、後述する実施の形態における主燃料電池 2）からの熱の存在下で脱水素吸熱反応させて水素と脱水素物（例えば、後述する実施の形態におけるアセトン）を生成する脱水素反応器（例えば、後述する実施の形態における脱水素反応器 4）と、前記脱水素反応器によって生成された前記水素と前記脱水素物を電気化学反応させることで発電をする燃料電池（例えば、後述する実施の形態における副燃料電池 5）と、を備え、前記脱水素反応器と前記燃料電池との間で熱媒体を循環させる熱媒体循環流路（例えば、後述する実施の形態における冷却水循環回路 15）を備えることを特徴とする。

このように構成することにより、燃料電池の自己発熱による熱を熱媒体を介して脱水素反応器に供給することができ、熱電変換装置の熱電変換効率を大幅に高くすることができる。しかも、脱水素反応器と燃料電池を別体とすることができます、熱電変換装置の形状の自由度や配置自由度が大きくなるとともに、熱媒体による燃料電池と脱水素反応器それぞれの温度制御を個別に行うことができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、この発明に係る熱電変換装置の実施の形態を図 1 から図 10 の図面を参照して説明する。なお、以下の実施の形態はいずれも、燃料電池自動車に搭載される態様である。

〔第 1 の実施の形態〕

初めに、この発明に係る熱電変換装置の第 1 の実施の形態を図 1 から図 8 の図面を参照して説明する。

図 1 は熱電変換装置を備えた車両用燃料電池システムの第 1 の実施の形態における概略構成図である。

走行用モータ 1 に電力を供給するための主燃料電池 2 は水素と酸素を反応ガスとする燃料電池であり、固体高分子電解質膜 2 a をアノード電極 2 b とカソード電極 2 c とで両側から挟み込んでなる膜構造体を備えたセルを複数積層して構成

されており（図1では単位セルのみ示す）、アノード側に水素を供給し、カソード側に空気を供給することで発電が行われる。この主燃料電池2は、主燃料電池2を冷却するための冷却水を循環させる冷却水循環回路3を備えており、冷却水循環回路3には冷却水ポンプ3aと空冷式のラジエータ3bが設けられている。

【0014】

また、冷却水循環回路3の一部は、本発明の特徴部である熱電変換装置100の一部をなす脱水素反応器4に組み込まれており、冷却水は主燃料電池（熱源）2、脱水素反応器4、ラジエータ3bの順に流通するようになっていて、主燃料電池2で加熱された冷却水は、初めに脱水素反応器4で熱交換して冷却され、その後でラジエータ3bで熱交換して冷却され、主燃料電池2に戻る。

【0015】

熱電変換装置100は、脱水素反応器4、副燃料電池5、分離器6、IPAタンク8を主要構成としており、これらを閉鎖回路に接続して構成されている。

脱水素すべき有機化合物としてのIPA（イソプロピルアルコール）はIPAタンク8に貯蔵されており、IPAポンプ9によって脱水素反応器4に供給される。

脱水素反応器4は、脱水素反応を促す脱水素触媒を備えた触媒反応器であり、IPAを脱水素触媒および主燃料電池2の熱の存在下で脱水素吸熱反応させて水素とアセトン（脱水素物）を生成する。この脱水素吸熱反応を効率的に行わしめるために、脱水素反応器4には、主燃料電池2の熱に加えて、熱電変換装置100の一部をなす副燃料電池5の熱が供給される。

【0016】

脱水素反応器4において脱水素反応により生成された水素とアセトンは混合ガスとなって脱水素反応器4から排出され、分離器6に供給される。分離器6は水素とアセトンに分離するものであり、例えば水素分離膜を備えて構成されている。分離器6で分離された水素は副燃料電池5のアノード側に供給され、アセトンは副燃料電池5のカソード側に供給される。

【0017】

副燃料電池5は、固体高分子電解質膜5aをアノード電極5bとカソード電極

5 c とで両側から挟み込んでなる膜構造体（以下、MEAと略す）21を備えた発電層20を複数積層して構成されており（図1では一つの発電層のみ示す）、アノード側に水素を供給し、カソード側にアセトンを供給すると、アノード電極5bの触媒上で水素が電離し、電子が外部回路13を流れて電力を発生する。一方、水素イオンは、固体高分子電解質膜5aを通過してカソード電極5cまで移動し、カソード電極5cでアセトンがプロトンおよび電子と結合し、アセトン水素化反応が発熱的に進行してIPAを生成する。すなわち、この副燃料電池5は、脱水素反応器4によって生成された水素とアセトンをアノードとカソードに供給して電気化学反応させることで発電をする。なお、副燃料電池5で発生した電力は車載の電気機器で利用される。

【0018】

そして、副燃料電池5のアノード側から排出される未反応の水素は、水素循環通路11を介して副燃料電池5のアノード側に戻され、循環利用される。一方、副燃料電池5のカソード側からはアセトン水素化反応により生成されたIPAと未反応のアセトンが排出され、これらはIPAタンク8に戻されて循環利用される。

【0019】

なお、副燃料電池5のアノード電極5bの触媒がアセトンに不活性の場合（例えばパラジウム（Pd））には分離器6は不要であり、その場合には、脱水素反応器4から排出される水素とアセトンの混合ガスを、副燃料電池5のアノード側とカソード側の両方に供給すればよい。このようにしても、副燃料電池5で発電を行うことができる。

また、副燃料電池5のカソード側から排出されるIPAとアセトンを分離操作して、分離されたIPAだけをIPAタンク8に戻し、アセトンは副燃料電池5のカソード側に戻すようにしてもよい。

【0020】

ところで、この熱電変換装置100では、前述したように、副燃料電池5が発電する際に発生する熱を脱水素反応器4で吸熱させるが、特に、この第1の実施の形態では、図2に示すように、副燃料電池5の構成単位である発電層20と脱

水素反応器 4 の構成単位である反応器モジュール（以下、モジュールという）30 を交互に積層し、脱水素反応器 4 と副燃料電池 5 を一体化することによって、発電層 20 で発電により発生した熱を直接的に隣接するモジュール 30 に伝熱させるようにした。なお、図 2 において、符号 17 は発電層 20 を電気的に直列接続するための接続線である。

【0021】

ここで、脱水素反応器 4 と副燃料電池 5 を含む閉鎖回路からなる熱電変換装置 100 にしてみると、副燃料電池 5 の発熱は自己発熱であり、この自己発熱の熱を脱水素反応器 4 に供給することとなる。

自己発熱を利用した場合の熱電変換効率 η は、自己発熱を利用しない場合の熱電変換効率を η_G 、副燃料電池 5 で生じた熱を脱水素反応に利用する場合の熱利用率を η_H とすると次式で表される。

$$\eta = \eta_G \cdot \eta_H / \{1 - \eta_H (1 - \eta_G)\}$$

【0022】

したがって、自己発熱による熱を脱水素反応に利用すると熱電変換効率を高くすることができる。例えば、脱水素反応器 4 における操作温度を 100°C とした場合には、自己発熱を利用しない場合の熱電変換効率 η_G が 21.6% であるのに対して、熱利用率 η_H 90% で自己発熱を利用した場合の熱電変換効率 η は 66% となり、約 3 倍に向上し、カルノー効率（29.8%）を大幅に上回る。

【0023】

次に、この第 1 の実施の形態における副燃料電池 5 と脱水素反応器 4 の構成を説明する。

図 3 は副燃料電池 5 の発電層 20 の分解斜視図であり、発電層 20 は長方形の薄板状をなし、MEA 21 の両側にステンレス等の金属製のセパレータ 22, 23 を積層して構成されている。発電層 20 の一方の短辺側には、アセトン供給孔 31、IPA 供給孔 32、水素供給孔 33、主燃料電池（熱源）2 からの熱を受熱する主燃料電池 2 の冷媒を供給する冷媒供給孔 37 がそれぞれ積層方向に貫通して設けられており、発電層 20 の他方の短辺側には、アセトンおよび副燃料電池 5 の燃料電池反応によって生成された IPA を排出するアセトン排出孔 34、

I P Aを脱水素反応させることで生成した水素・アセトンを排出する水素・アセトン排出孔35、副燃料電池5の燃料電池反応に寄与しなかった未利用の水素を排出する水素排出孔36、脱水素反応器4に熱を伝えて冷却された前記冷媒を排出する冷媒排出孔38がそれぞれ積層方向に貫通して設けられている。アセトン供給孔31とアセトン排出孔34は発電層20の一方の対角線上に配置されており、水素供給孔33と水素排出孔36は発電層20の他方の対角線上に配置されている。I P A供給孔32および冷媒供給孔37はアセトン供給孔31と水素供給孔33の間に配置され、水素・アセトン排出孔35および冷媒排出孔38はアセトン排出孔34と水素排出孔36の間に配置されている。

【0024】

MEA21は、固体高分子電解質膜5aの中央部分の所定領域をアノード電極5bとカソード電極5cで両側から挟み込んで形成されており、アセトン供給孔31、I P A供給孔32、水素供給孔33、アセトン排出孔34、水素・アセトン排出孔35、水素排出孔36、冷媒供給孔37、冷媒排出孔38は、固体高分子電解質膜5aにおいてアノード電極5bおよびカソード電極5cから外れた部分に設けられている。なお、図3では、アノード電極5bは固体高分子電解質膜5aの裏面に配置されているため隠れている。そして、発電層20は、アノード電極5bおよびカソード電極5cを有する部分が発電面となる。

【0025】

アノード側に配置されたセパレータ22には、アノード電極5bとの対向面に水素供給通路24が有底溝状に蛇行して設けられており、水素供給通路24によってセパレータ22の水素供給孔33と水素排出孔36が接続されている。この水素供給通路24はアノード電極5bに対応する領域（すなわち、発電面に対応する領域）に設けられている。

また、カソード側に配置されたセパレータ23には、カソード電極5cとの対向面にアセトン供給通路25が有底溝状に蛇行して設けられており、アセトン供給通路25によってセパレータ23のアセトン供給孔31とアセトン排出孔34が接続されている。このアセトン供給通路25はカソード電極5cに対応する領域（すなわち、発電面に対応する領域）に設けられている。

【0026】

これらMEA21とセパレータ22, 23を積層すると、MEA21およびセパレータ22, 23のアセトン供給孔31、IPA供給孔32、水素供給孔33、アセトン排出孔34、水素・アセトン排出孔35、水素排出孔36、冷媒供給孔37、冷媒排出孔38は、同一孔同士が総て接続されてそれぞれ一本の連通孔となる。

【0027】

図4は脱水素反応器4のモジュール30の断面を模式的に示した模式断面図であり、図5はモジュール30の分解斜視図である。なお、図4は模式的に示したもので一部構成を省略しており、図5とは完全に一致しない。

脱水素反応器4のモジュール30は扁平な長方形形状をなし、給排層50の両側にシール層60を挟んで触媒層40を積層し、さらに触媒層40の外側に加熱層80を積層して構成されており、副燃料電池5の発電層20の場合と同じ配列で、アセトン供給孔31、IPA供給孔32、水素供給孔33、アセトン排出孔34、水素・アセトン排出孔35、水素排出孔36、冷媒供給孔37、冷媒排出孔38が積層方向に貫通して設けられている。

【0028】

触媒層40は長方形の平板状をなし、アルミニウムやステンレスなどの金属製の基板41を備え、この基板41の内面（すなわち、給排層50との対向面）の中央部分であって発電層20のアノード電極5bおよびカソード電極5cに対応する領域（すなわち、発電面に対応する領域）には、脱水素触媒を担持した触媒シート44が接合されている。触媒シート44は、活性炭に脱水素触媒としてのルテニウム(Ru)を担持し、これを四弗化エチレン樹脂（以下、PTFEと略す）をバインダーとしてシート状に形成したものであり、接着剤で基板41に接合されている。

なお、アセトン供給孔31、IPA供給孔32、水素供給孔33、アセトン排出孔34、水素・アセトン排出孔35、水素排出孔36、冷媒供給孔37、冷媒排出孔38は、触媒シート44から外れた部分に設けられている。

このように構成された触媒層40は薄型で、脱水素触媒が担持されている部分

の面積を大きく取ることができる。

【0029】

給排層 50 も長方形の平板状をなし、アルミニウムやステンレスなどの金属製の三枚の基板 51, 52, 53 を接合して構成されている。給排層 50 にも、副燃料電池 5 の発電層 20 の場合と同じ配列で、アセトン供給孔 31、IPA 供給孔 32、水素供給孔 33、アセトン排出孔 34、水素・アセトン排出孔 35、水素排出孔 36、冷媒供給孔 37、冷媒排出孔 38 が積層方向に貫通して設けられている。

中央の基板 52 には、基板 52 の表面から裏面に貫通する IPA 供給通路 54 が、IPA 供給孔 32 を始端として櫛歯状に設けられており、触媒層 40 の触媒シート 44 に対応する領域のほぼ全体に亘って設けられている。さらに、この基板 52 には、基板 52 の表面から裏面に貫通する水素・アセトン排出通路 55 が、水素・アセトン排出孔 35 を始端として櫛歯状に設けられており、触媒層 40 の触媒シート 44 に対応する領域のほぼ全体に亘って設けられている。IPA 供給通路 54 と水素・アセトン排出通路 55 はその櫛歯部分を互いに噛み合わせるような形態に配置されている。

【0030】

給排層 50 の両側に配置された基板 51, 53 には、基板 52 の IPA 供給通路 54 に沿って所定間隔おきに供給孔 56 が多数設けられるとともに、基板 52 の水素・アセトン排出通路 55 に沿って所定間隔おきに排出孔 57 が多数設けられている。このように配置された供給孔 56 と排出孔 57 は、互いに隣接した状態で広く分散して配置されることとなる。

【0031】

そして、これら三枚の基板 51, 52, 53 を全面接触させた状態で拡散接合やろう付け等の適宜の接合手段で接合することにより一体化し、給排層 50 を形成する。この接合により、基板 52 に設けられた IPA 供給通路 54 と水素・アセトン排出通路 55 は基板 52 の表裏両面の開口を基板 51, 53 によって塞がれ、供給孔 56 および排出孔 57 だけを開口させることとなる。

このように、給排層 50 は三枚の基板 51, 52, 53 の積層構造であるので

薄型にでき、供給孔56、排出孔57を多数設けることができて供給孔56、排出孔57の総開口面積を大きく取ることができる。

【0032】

触媒層40と給排層50の間に挟み込まれるシール層60も長方形の略平板状をなし、図6に示すように、ステンレスなどの金属製の基板61の表裏両面にPTFEをコーティングして構成されている。PTFEコート62は、例えば、基板61のコート面をサンドブラスト処理等により粗面化した後、PTFEからなるコート液をスプレーし、焼成して形成することができる。

シール層60にも、副燃料電池5の発電層20の場合と同じ配列で、アセトン供給孔31、IPA供給孔32、水素供給孔33、アセトン排出孔34、水素・アセトン排出孔35、水素排出孔36、冷媒供給孔37、冷媒排出孔38が厚さ方向に貫通して設けられている。

【0033】

また、シール層60には、触媒層40の触媒シート44に対応する領域（すなわち、発電面に対応する領域）に開口する貫通孔63が形成されている。シール層60において、アセトン供給孔31、IPA供給孔32、水素供給孔33、アセトン排出孔34、水素・アセトン排出孔35、水素排出孔36、冷媒供給孔37、冷媒排出孔38、貫通孔63の周囲はシール部となっていて、このシール部には図6に示すようにビード64が形成されている。

【0034】

加熱層80も長方形の平板状をなし、アルミニウムやステンレスなどの金属製の基板81からなる。加熱層80にも、副燃料電池5の発電層20の場合と同じ配列で、アセトン供給孔31、IPA供給孔32、水素供給孔33、アセトン排出孔34、水素・アセトン排出孔35、水素排出孔36、冷媒供給孔37、冷媒排出孔38が積層方向に貫通して設けられている。

加熱層80の基板81には、基板81の表面から裏面に貫通する冷媒通路82が、触媒層40の触媒シート44に対応する領域全体に蛇行して設けられており、冷媒通路82によって基板81の冷媒供給孔37と冷媒排出孔38が接続されている。この冷媒通路82には主燃料電池2を通った際に温められた冷媒が流通

し、これによって触媒層40を加熱する。特に、冷媒通路82を触媒シート44に沿って蛇行して設けているので、触媒シート44を効率よく加熱することができる。

【0035】

このように構成された給排層50の両側にシール層60を挟み触媒層40を積層し、さらに触媒層40の外側に加熱層80を積層することによって脱水素反応器4のモジュール30を形成し、モジュール30と副燃料電池5の発電層20を交互に積層して、図示しないバンドあるいはボルトで締め付けて連結することにより脱水素反応器4と副燃料電池5を一体化することができる。このときに副燃料電池5の発電層20と脱水素反応器4の触媒層40とが接するように積層することで、副燃料電池5の発電による自己発熱を直接に触媒層40に伝熱させることができ、熱損失を極めて少なくすることができる。また、副燃料電池5と脱水素反応器4とを積層したときにシール層60の各ビード64が弾性変形することで、シール層60と触媒層40あるいは給排層50とのシール部における面圧を所定の大きさに確保することができる。また、ビード64のPTFEコート62が触媒層40あるいは給排層50のシール面に圧着した際に、PTFEコート62が前記シール面の微細な凹凸になじむので、極めて高いシール性を実現することができる。

【0036】

また、このように積層することで、図4および図6に示すように、触媒層40と給排層50の間に、触媒シート44を備えシール層60によって密閉された反応室70が形成される。

なお、この実施の形態では、シール層60の基板61の表裏全面にPTFEコート62を形成したが、図7に示すように、ビード64およびその近傍における触媒層40あるいは給排層50とのシール面だけにPTFEコート62を形成しても、上記同様の作用・効果を得ることができる。

【0037】

また、このように積層することによって、発電層20およびモジュール30のアセトン供給孔31、IPA供給孔32、水素供給孔33、アセトン排出孔34

、水素・アセトン排出孔35、水素排出孔36、冷媒供給孔37、冷媒排出孔38は、同一孔同士が総て接続されてそれぞれ一本の連通孔となる。なお、これら連通孔の各一端は閉塞しておく。

【0038】

そして、このように脱水素反応器4と一体化された副燃料電池5の水素供給孔33には分離器6で分離された水素が供給される。この水素は各発電層20の水素供給孔33から基板22の水素供給通路24を通ってアノード電極5bに供給され、未反応の水素は水素供給通路24から水素排出孔36に排出される。そして、各発電層20の水素排出孔36に排出された未反応の水素は、前述したように水素循環通路11を通って副燃料電池5のアノード側（水素供給孔33）に戻される。

【0039】

また、脱水素反応器4と一体化された副燃料電池5のアセトン供給孔31には分離器6で分離されたアセトンが供給される。このアセトンは各発電層20のアセトン供給孔31から基板23のアセトン供給通路25を通ってカソード電極5cに供給され、水素化反応により生じたIPAはアセトン供給通路25から未反応のアセトンとともにアセトン排出孔34に排出される。そして、各発電層20のアセトン排出孔34に排出された未反応のアセトンおよびIPAは、前述したようにIPAタンク8に戻される。

副燃料電池5ではこのアセトンの水素化反応によって発電が行われ、水素化反応に伴って発熱する。この発熱は熱電変換装置100としてみると自己発熱であり、この熱は、副燃料電池5の基板22、23を介して脱水素反応器4におけるモジュール30の触媒層40の基板41に伝熱され、モジュール30を直接に加熱する。

【0040】

一方、副燃料電池5と一体化された脱水素反応器4のIPA供給孔32には、IPAポンプ9を介してIPAが供給される。このIPAは、各モジュール30のIPA供給孔32から、給排層50における基板52のIPA供給通路54に流入し、基板51、53の供給孔56からそれぞれ対応する反応室70に噴射さ

れる。これにより、触媒層40の触媒シート44にIPAが液膜状態に供給される。特に、この実施の形態では、触媒シート44に対応する領域のほぼ全域に亘って多数の供給孔56が配置されているので、触媒シート44のほぼ全面に且つ均一にIPAの液膜を形成することができる。

【0041】

触媒シート44には、前述したように副燃料電池5の発電層20において水素化反応により発生した熱（すなわち、自己発熱による熱）が加えられるとともに、冷媒排出孔38と冷媒供給孔37を繋ぐ冷却水循環回路3を介して主燃料電池2の廃熱が加えられる。これにより、IPAは触媒シート44の脱水素触媒上で脱水素吸熱反応を起こし、水素とアセトンが生成される。水素とアセトンは気相であり、液膜状態のIPAの外に放出される。アセトンは水素化反応を起こしてIPAに戻る場合もあるが、この実施の形態ではIPAが触媒シート44に液膜状態に存在しているので、前記水素化反応を抑制することができ、平衡転化率を越える高い転化率を得ることができる。ここで、転化率とは、IPA供給量に対する水素生成量のモル比をいい、平衡転化率とは、ある閉じた系である温度と圧力で熱力学的に決まる転化率の平衡値である。

【0042】

反応室70で脱水素吸熱反応により生成された水素とアセトンは、給排層50の基板51、53に設けられた排出孔57を通って基板52の水素・アセトン排出通路55に排出され、さらに、水素・アセトン排出通路55から水素・アセトン排出孔35に排出される。特に、この実施の形態では、触媒シート44に対応する領域のほぼ全体に亘って多数の排出孔57が配置されているので、生成された水素とアセトンが排出孔57に流入するまでの移動距離を短くすることができ、アセトンが水素化反応を起こす前に水素とアセトンを素早く反応室70から排出することができる。そして、各発電層20の水素・アセトン排出孔35に排出された水素とアセトンは、前述したように分離器6に送られる。

このように、この脱水素反応器4のモジュール30では、給排層50における同一の基板52に供給孔56と排出孔57が設けられていて、同一の基板52を通してIPAの供給と、水素・アセトンの排出が行われるので、給排層50の構

成が簡単になるとともに、給排層 50 の厚さを薄くできる。

【0043】

この脱水素反応器 4 のモジュール 30 によれば、薄型で脱水素触媒が担持された部分の面積が大きい触媒層 40 と、薄型で IPA の供給孔 56 および水素・アセトンの排出孔 57 の総開口面積の大きい給排層 50 を積層して構成しているので、小型ながら処理能力を大きくすることができ、脱水素反応器 4 の小型・薄型化および処理能力の増大を図ることができる。しかも、モジュール 30 の数を増減するだけで脱水素反応器 4 の処理能力を簡単に変更することができる。

特に、このモジュール 30 では、給排層 50 の表裏両側に触媒層 40 を配置し、給排層 50 の表裏両側において IPA の供給と水素・アセトンの排出を行うよう正在しているので、モジュール 30 および脱水素反応器 4 の小型・薄型化および処理能力増大の効果が大きい。

【0044】

また、シール層 60 には、金属製の基板 61 に PTFE をコーティングした構造で、シール部にビード 64 が設けられたものを採用しているので、シール層 60 を面圧を確保しつつ薄型にでき、これもモジュール 30 の小型化に寄与する。また、PTFE はアセトンや IPA 等に対する耐食性に優れ、且つ、耐熱性にも優れていて、脱水素反応が行われる 80 ~ 150 °C の温度条件下においても変質する事なく、へたることもない。

例えば、アセトンに対して耐性のあるエチレン・プロピレン・ディエンモノマー (EPDM) などを前記環境下で使用すると、EPDM から溶剤が染み出して脱水素触媒を被毒したり、生成された水素内に混入するなどするが、PTFE ではそのようなことは起こらない。

【0045】

さらに、副燃料電池 5 を構成する扁平な発電層 20 と脱水素反応器 4 を構成する扁平なモジュール 30 を積層しているので、副燃料電池 5 と脱水素反応器 4 を容易に一体化することができ、且つ、小型にすることができて、車両等への搭載性が極めてよい。

【0046】

また、前述したように、熱電変換装置 100 は脱水素反応器 4 と副燃料電池 5 を含む閉鎖回路に構成されており、副燃料電池 5 の自己発熱による熱を脱水素反応器 4 に供給して脱水素反応に利用しているので、熱電変換効率が高い。

特に、この第 1 の実施の形態では、副燃料電池 5 の発電層 20 と脱水素反応器 4 のモジュール 30 を積層しているので、発電層 20 で発生した熱を直接にモジュール 30 における触媒層 40 に伝熱させることができ、熱損失が極めて少なく、自己発熱の熱利用率 η_H を大きくすることができ、脱水素反応器 4 による脱水素反応効率が増大し、その結果、熱電変換効率 η を高くすることができる。

また、脱水素反応に必要な熱を主燃料電池 2 および副燃料電池 5 の廃熱で賄っているので、脱水素反応のための熱源を新たに用意する必要がなく、システム構成を簡単にすることもできるとともに、省エネルギーにより車両の燃費が向上する。

【0047】

なお、脱水素反応器 4 のモジュール 30 と副燃料電池 5 の発電層 20 は必ずしも一つずつ交互に積層しなければならないものではなく、図 8 に示すように、副燃料電池 5 の発電層 20 を複数積層する毎に、脱水素反応器 4 のモジュール 30 を積層してもよい。また、その逆でもよく、脱水素反応器 4 のモジュール 30 を複数積層する毎に、副燃料電池 5 の発電層 20 を積層してもよい。

【0048】

【第 2 の実施の形態】

次に、この発明に係る熱電変換装置の第 2 の実施の形態を図 9 および図 10 の図面を参照して説明する。

図 9 は熱電変換装置 100 を備えた車両用燃料電池システムの第 2 の実施の形態における概略構成図であり、図 10 は熱電変換装置 100 の模式図である。

前述した第 1 の実施の形態では、モジュール 30 と発電層 20 を積層して脱水素反応器 4 と副燃料電池 5 を一体化したが、第 2 の実施の形態では、脱水素反応器 4 と副燃料電池 5 を別体とし、モジュール 30 だけを積層して脱水素反応器 4 を構成し、発電層 20 だけを積層して副燃料電池 5 を構成する。そして、脱水素反応器 4 と副燃料電池 5 を冷却水循環回路（熱媒体循環流路）15 によって接続

し、副燃料電池 5 の自己発熱による熱を冷却水を介して脱水素反応器 4 に伝熱する。

この場合、副燃料電池 5 の温度が所定の温度になるように、冷却水ポンプ 16 で冷却水流量を制御するのが好ましい。

その他の構成については第 1 の実施の形態のものと同じであるので、同一様部分に同一符号を付して説明を省略する。

【0049】

この第 2 の実施の形態の熱電変換装置 100 によっても、副燃料電池 5 の自己発熱による熱を脱水素反応器 4 に供給して脱水素反応に利用することができるのと、第 1 の実施の形態の場合と同様に熱電変換効率を高くすることができる。

また、この第 2 の実施の形態では、脱水素反応器 4 と副燃料電池 5 を別体としているので、これら熱電変換装置 100 の形状自由度や配置自由度が大きくなるとともに冷却水による燃料電池と脱水素反応器、それぞれの温度制御が個別に行うことができる。例えば、冷却水の温度が主燃料電池 2 の発電量により増加し、冷却水の温度が通常よりも高まった場合などは、図示しないバイパス路により脱水素反応器 4 をバイパスするように流してもよく、また脱水素反応器 4 へ供給する IPA を増やすことで脱水素量を増やすことも可能である。

【0050】

【他の実施の形態】

なお、この発明は前述した実施の形態に限られるものではない。

例えば、前述した実施の形態の脱水素反応器 4 では、一つの給排層 50 からその表裏両側に配置された二つの触媒層 40 に IPA を供給し、この二つの触媒層 40 で生成された水素・アセトンを前記一つの給排層 50 に排出するよう正在するが、一つの給排層 50 とその表裏一方の側に配置された一つの触媒層 40 との間で IPA の供給と、水素・アセトンの排出を行うようにしてもよい。

【0051】

また、脱水素されるべき有機化合物は IPA に限るものではなく、デカリン、2-プロパノール、シクロヘキサノール、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、ジメチルシクロヘキサン類等を用いることができる。

また、脱水素物はアセトンに限るものではなく、前記有機化合物に何を採用するかによって決まるものであり、アセトンのほか、ナフタレン、シクロヘキサン、ベンゼン、トルエン、キシレン類が脱水素物になり得る。

また、有機化合物を液膜状態になるように触媒層40に供給しているが、液膜状態に限られるものではない。

また、脱水素反応器4用の熱源としては主燃料電池2の熱を伝えるように構成したが、主燃料電池2の廃熱に限らず、余剰に従来排気していた熱、例えば内燃機関の冷却水の廃熱なども好適に利用できる。

【0052】

【発明の効果】

以上説明するように、請求項1に係る発明によれば、熱電変換装置の熱電変換効率を高くすることができるという優れた効果が奏される。

請求項2に係る発明によれば、燃料電池で発生した熱を直接に脱水素反応器に伝熱させることができ、熱損失を極めて少なくすることができるので、自己発熱の熱利用率を大きくすることができ、その結果、熱電変換効率を高くすることができる。

【0053】

請求項に3係る発明によれば、触媒層と給排層を積層するだけで脱水素反応器を構成することができ、さらに触媒層に接するように燃料電池の発電層が配置されているので、燃料電池の発電による自己発熱の熱利用率をより大きくすることができ、脱水素反応器による脱水素反応効率を増大することができて、小型ながら処理能力の大きい熱電変換装置を構成することできる。

請求項4に係る発明によれば、燃料電池の発電による自己発熱の熱利用率をさらに大きくすることができるので、熱電変換装置をさらに小型にすることができる。

【0054】

請求項5に係る発明によれば、触媒層への熱の伝達を給排層の両面から行うことができ、処理能力の大きい熱電変換装置をより小型・薄型にすることができる。

請求項 6 に係る発明によれば、発電層の自己発熱による熱の伝熱性が向上するので、熱電変換装置の熱電変換効率がさらに向上する。

請求項 7 に係る発明によれば、熱電変換装置の熱電変換効率を大幅に高くすることができる。しかも、脱水素反応器と燃料電池を別体とすることができます、熱電変換装置の形状の自由度や配置自由度が大きくなるとともに、熱媒体による燃料電池と脱水素反応器それぞれの温度制御を個別に行うことができる。。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明に係る熱電変換装置を備えた車両用燃料電池システムの第 1 の実施の形態における概略構成図である。

【図 2】 この発明に係る熱電変換装置の第 1 の実施の形態において脱水素反応器と副燃料電池を一体化した場合の一例を示す模式図である。

【図 3】 前記第 1 の実施の形態において副燃料電池を構成する発電層の分解斜視図である。

【図 4】 前記第 1 の実施の形態において脱水素反応器を構成するモジュールの模式断面図である。

【図 5】 前記モジュールの分解斜視図である。

【図 6】 前記モジュールに用いられるシール層の一例を示す断面図である。

【図 7】 前記モジュールに用いられるシール層の他の例を示す断面図である。

【図 8】 この発明に係る熱電変換装置の第 1 の実施の形態において脱水素反応器と副燃料電池を一体化した場合の他の例を示す概念図である。

【図 9】 この発明に係る熱電変換装置を備えた車両用燃料電池システムの第 2 の実施の形態における概略構成図である。

【図 10】 前記第 2 の実施の形態における熱電変換装置の模式図である。

【符号の説明】

4 脱水素反応器

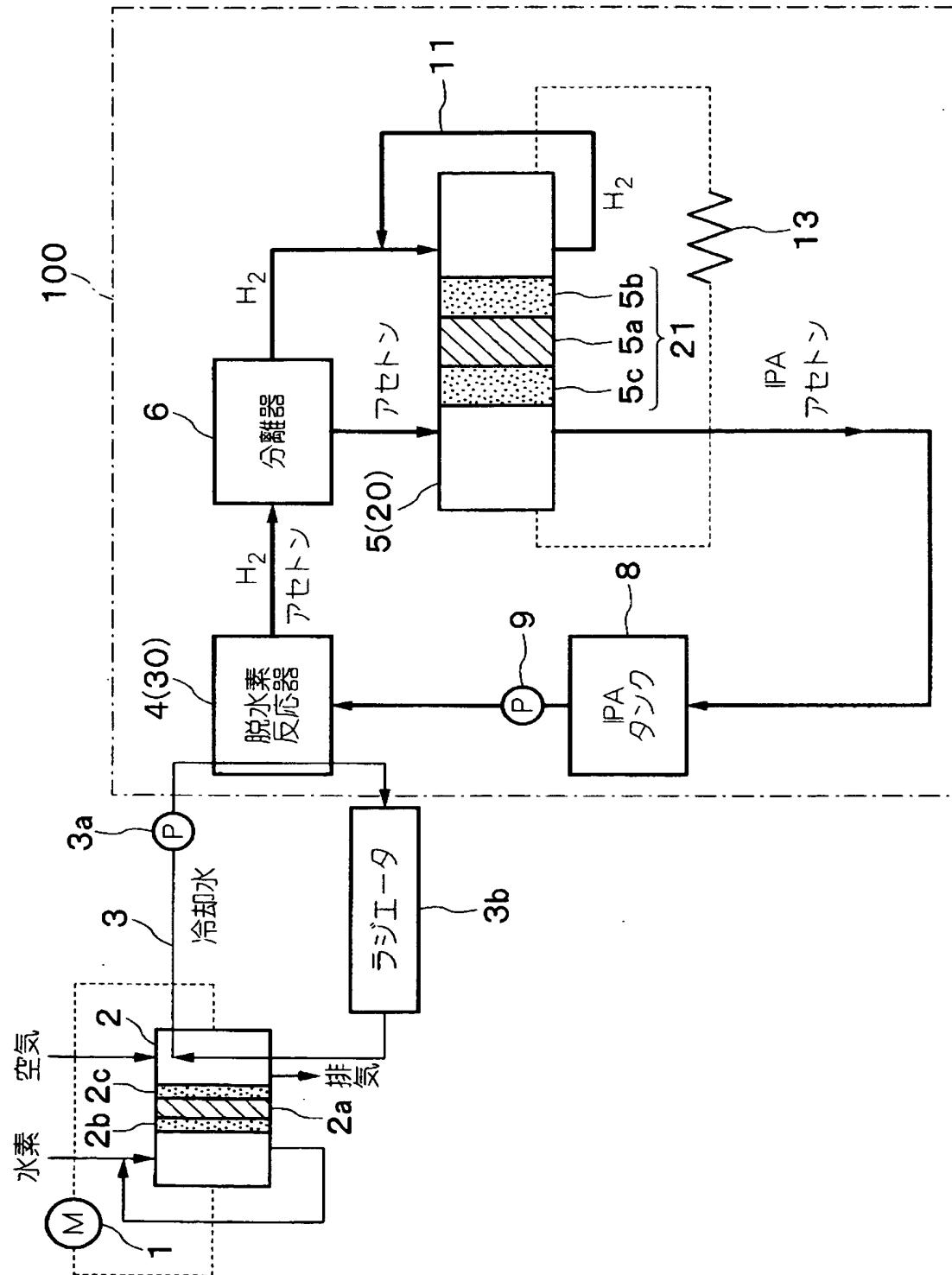
5 副燃料電池（燃料電池）

15 冷却水循環回路（熱媒体循環流路）

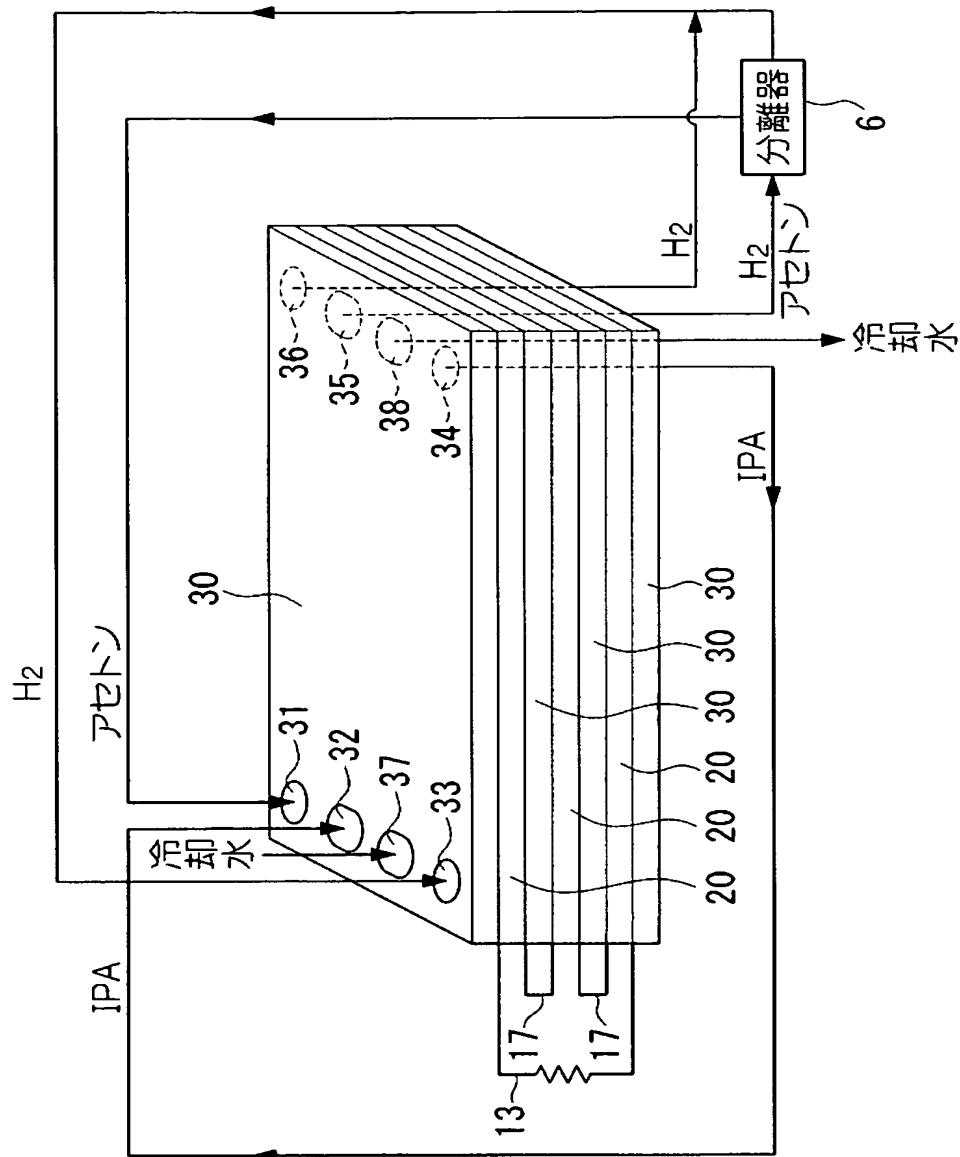
- 20 発電層
- 30 モジュール
- 40 触媒層
- 50 給排層
- 51, 52, 53 基板
- 54 I P A 供給通路（供給通路）
- 55 水素・アセトン排出通路（排出通路）
- 56 供給孔
- 57 排出孔
- 60 シール層
- 64 ビード
- 100 熱電変換装置

【書類名】 図面

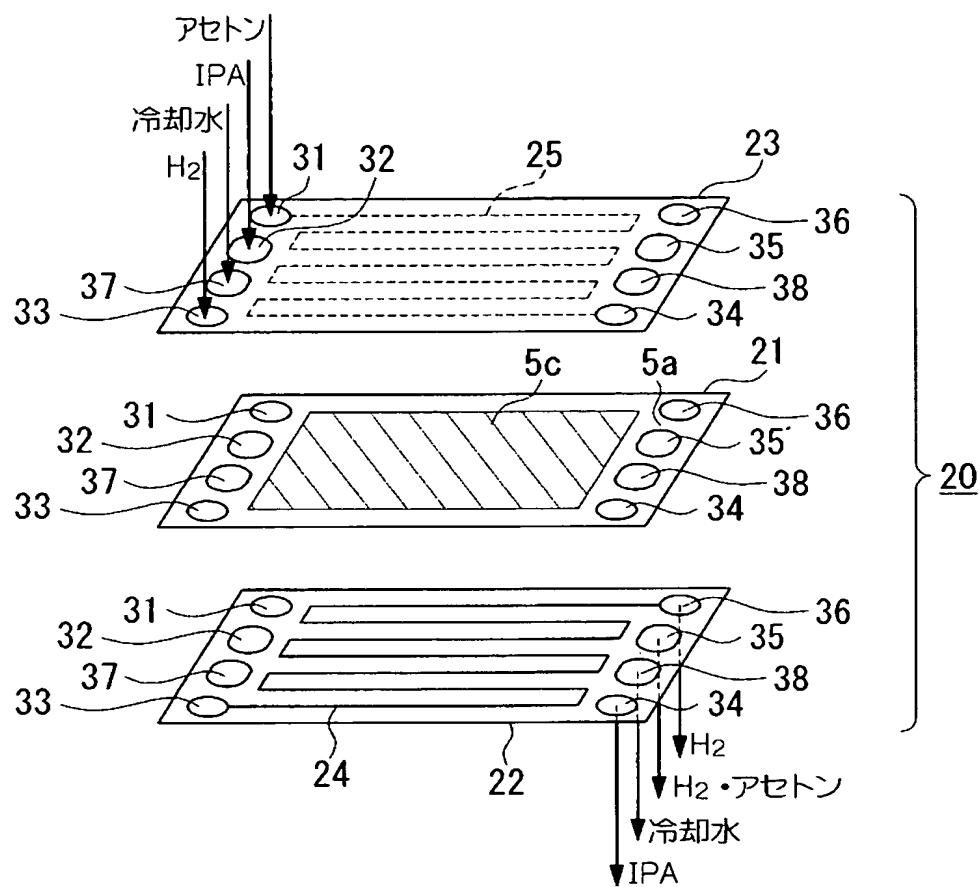
【図 1】



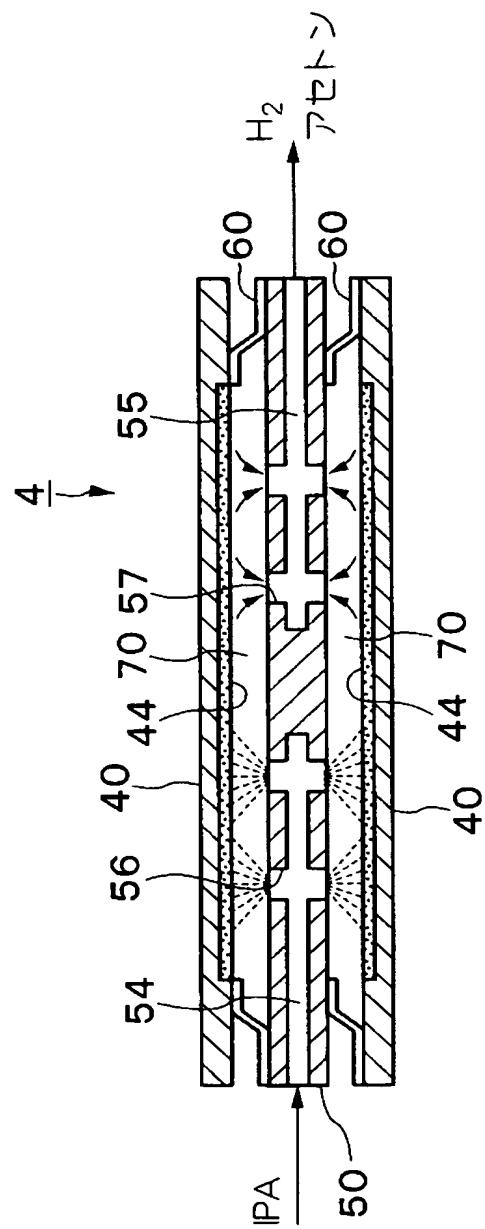
【図2】



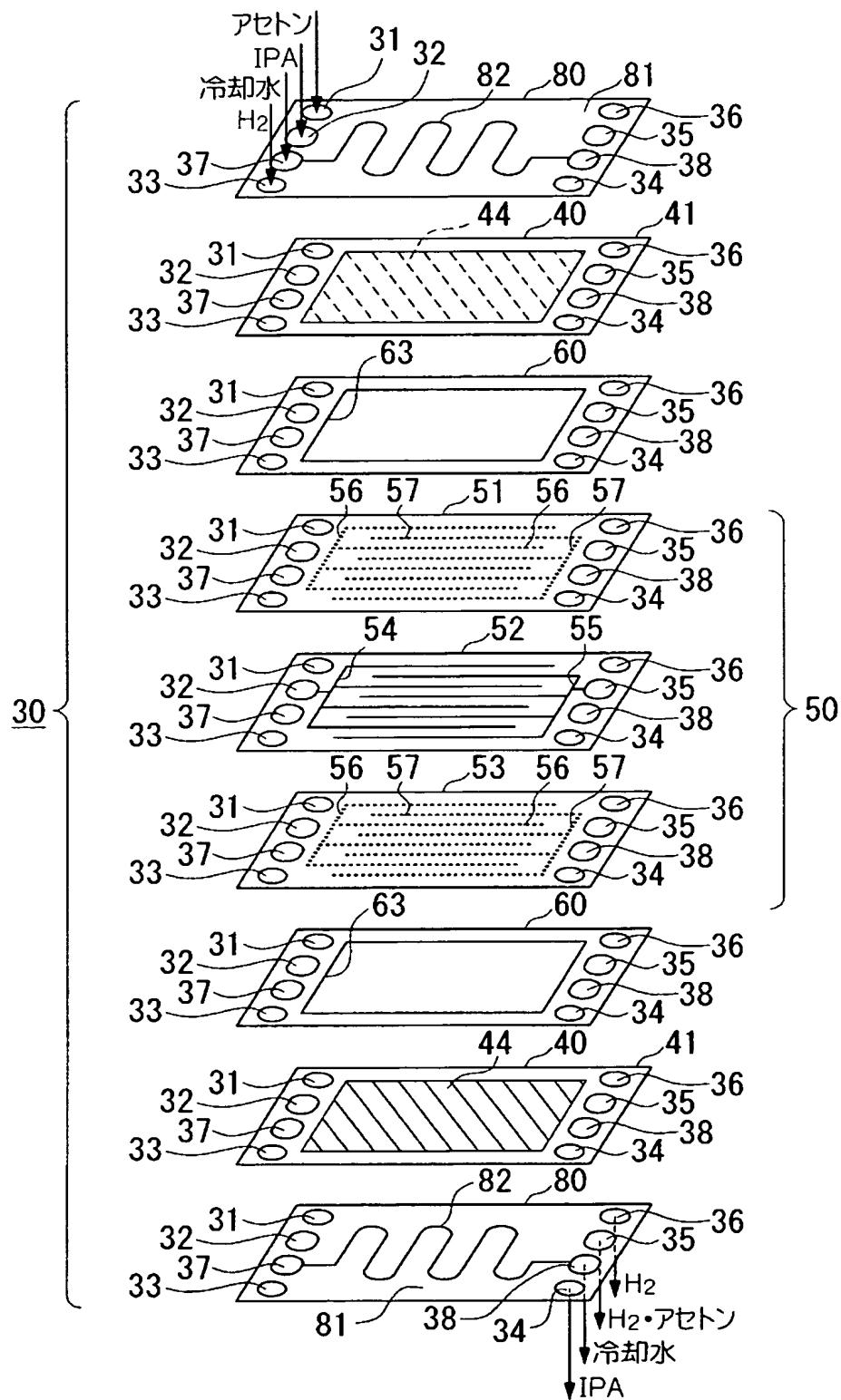
【図3】



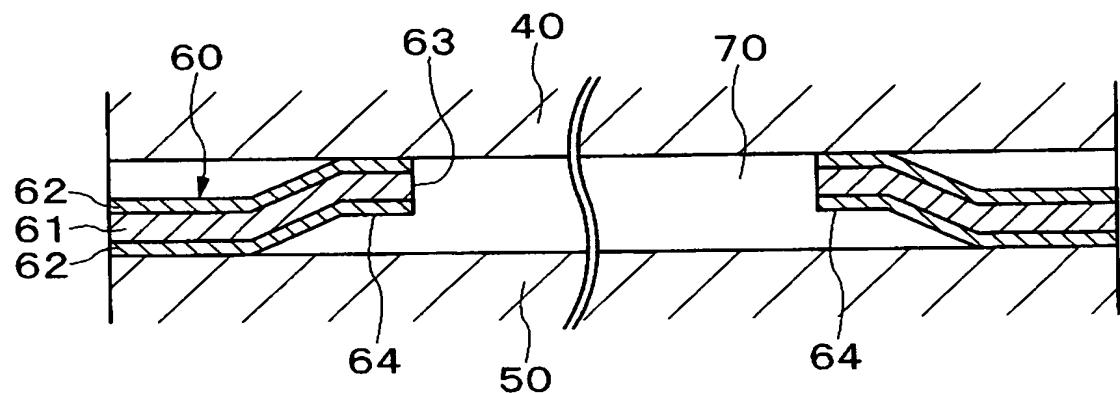
【図4】



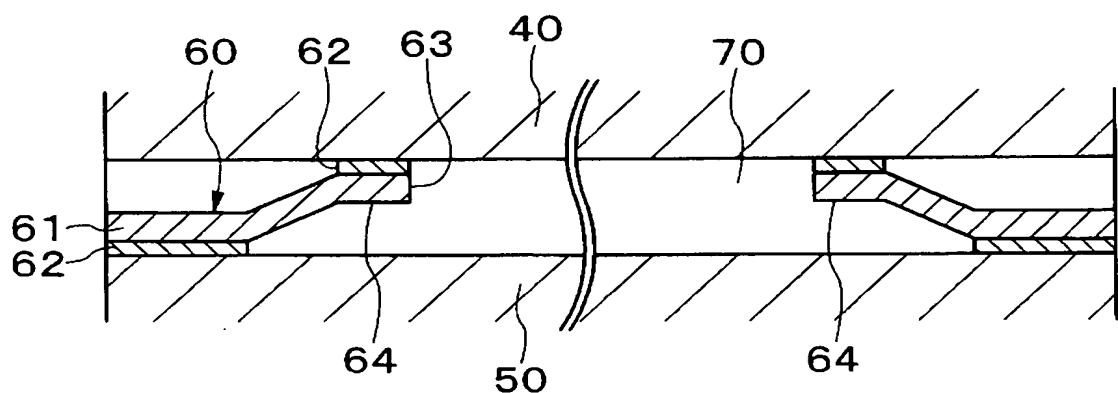
【図5】



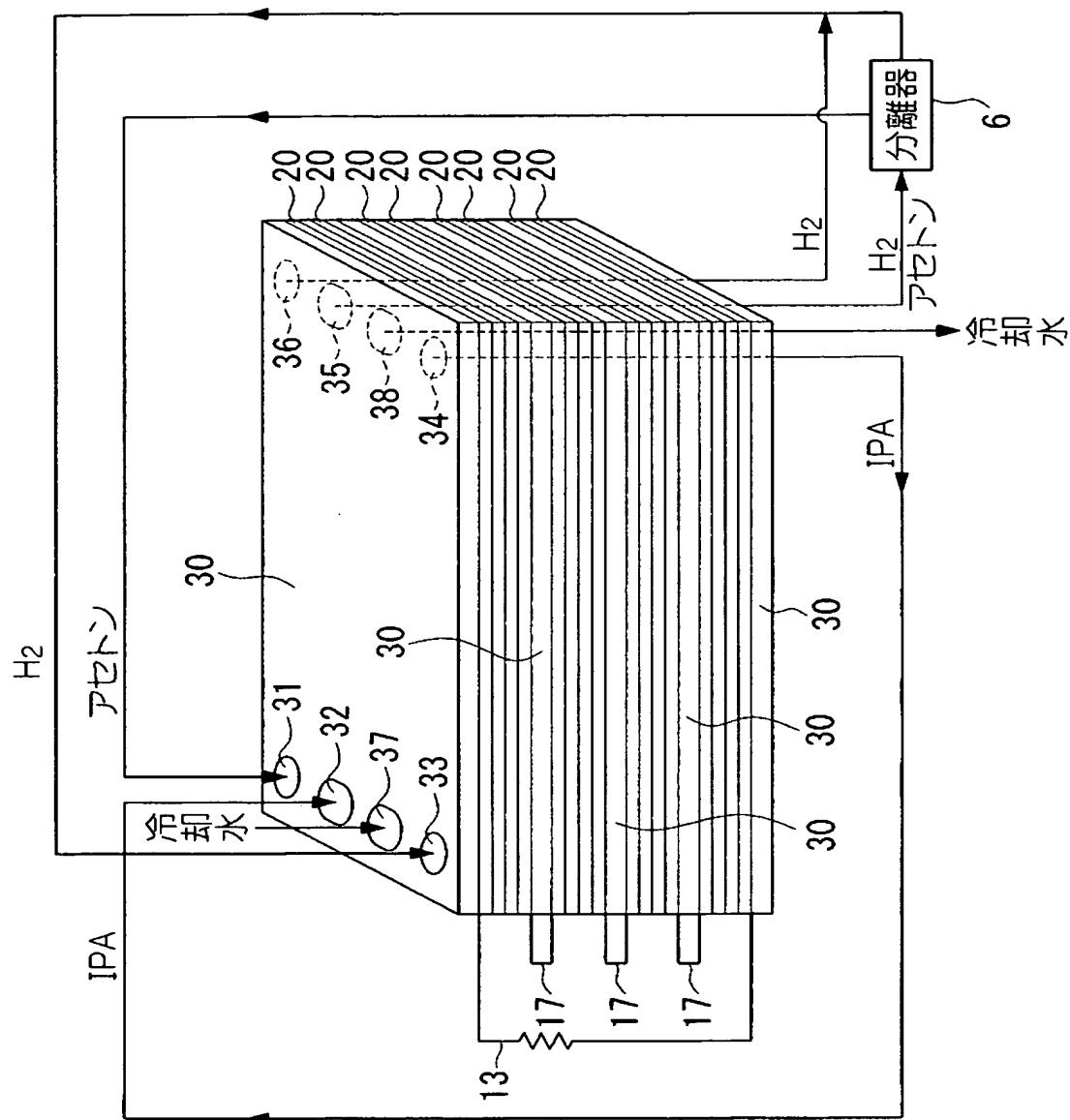
【図6】



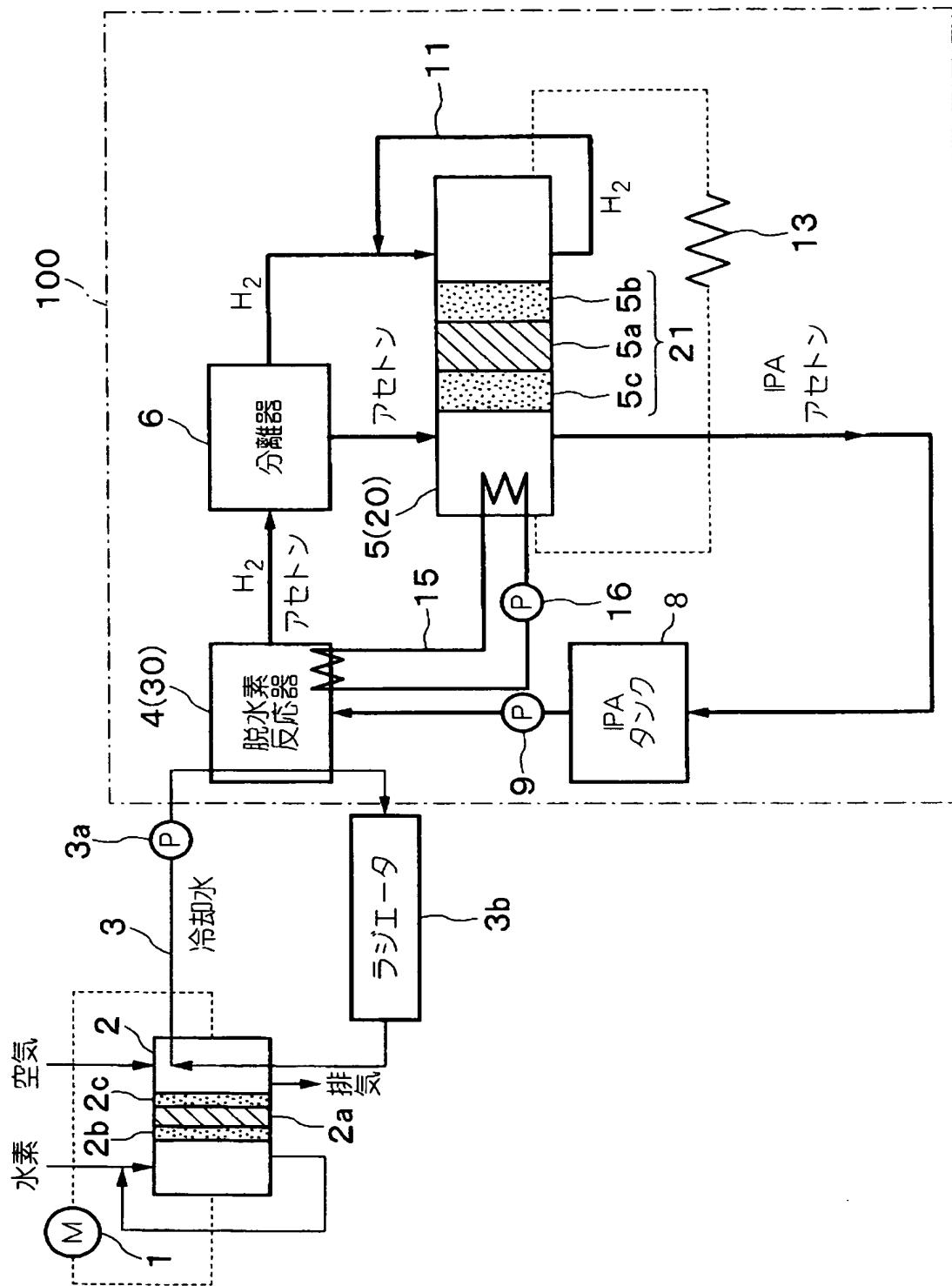
【図7】



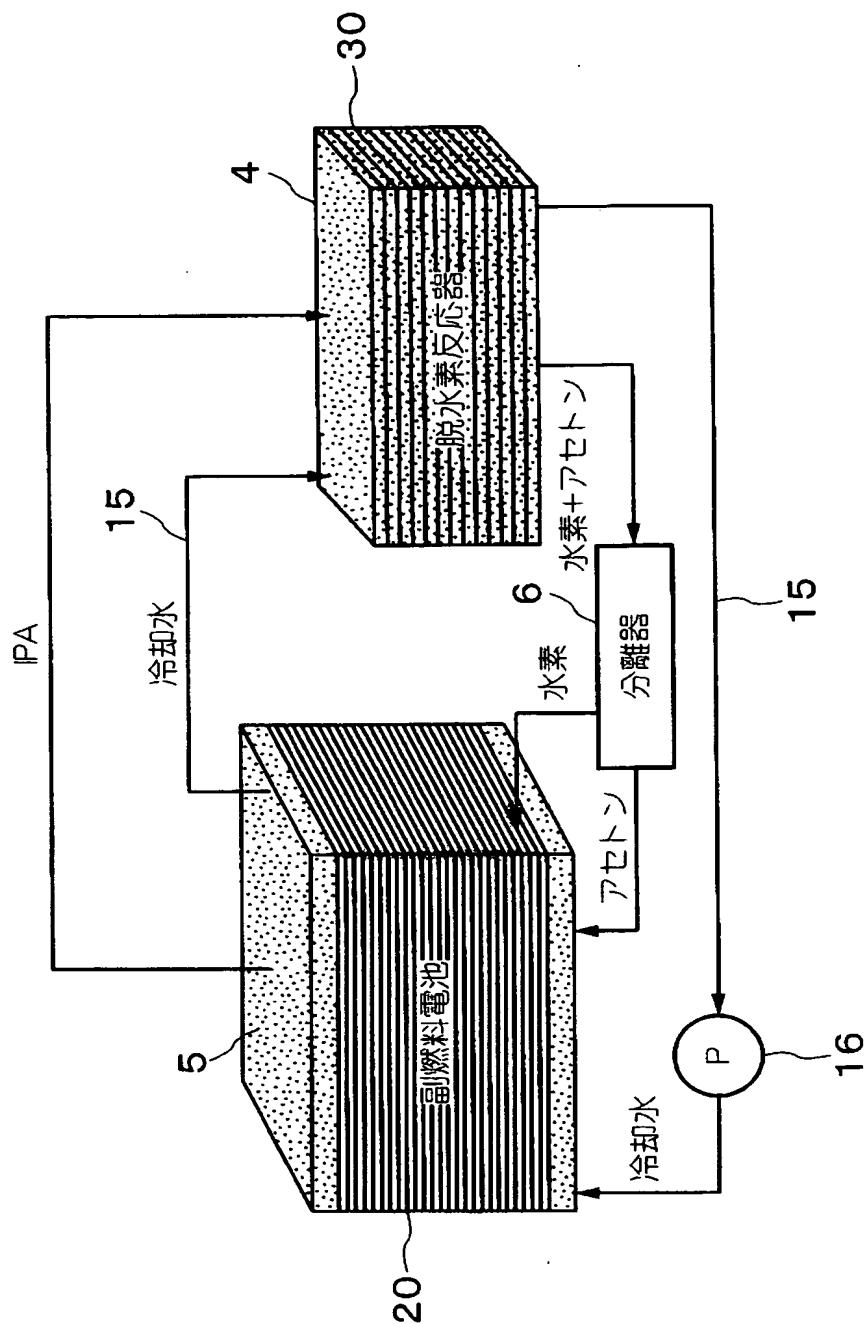
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 热電変換装置の热電変換効率を高くする。

【解決手段】 イソプロピルアルコールを脱水素触媒および热源からの热の存在下で脱水素吸热反応させて水素とアセトンを生成する脱水素反応器と、前記脱水素反応器によって生成された水素とアセトンを电气化学反応させることで発電をする副燃料电池と、を備えた热電変換装置であって、前記脱水素反応器を構成するモジュール30と前記燃料电池を構成する発電層20が積層されて一体化されている。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-083238
受付番号	50300483382
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 15 年 3 月 26 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005326
【住所又は居所】	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	本田技研工業株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】	100107836
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビル 志賀国際特許事務所

次頁有

認定・付力口青幸良（続巻）

【氏名又は名称】 西 和哉
【選任した代理人】
【識別番号】 100108453
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORB
ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】 村山 靖彦

次頁無

出証特 2004-3015237

特願 2003-083238

出願人履歴情報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都港区南青山二丁目1番1号
氏名 本田技研工業株式会社